



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenl gungsschrift**
⑩ **DE 197 52 509 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
G 01 B 11/00

サーチレポート

②1 Aktenzeichen: 197 52 509.1
②2 Anmeldetag: 27. 11. 97
④3 Offenlegungstag: 1. 7. 99

⑦1 Anmelder:
JENOPTIK AG, 07743 Jena, DE

⑦2 Erfinder:
Gräf, Michael, 07747 Jena, DE; Backhaus, Kuno,
07747 Jena, DE; Albrecht, Dieter, 07747 Jena, DE;
Kratsch, Nora, 07749 Jena, DE; Flemming, Günter,
07747 Jena, DE; Wolter, Detlef, 07751
Jenaprießnitz, DE; Litzba, Frank, 07774 Camburg,
DE; Steiner, Harald, 07747 Jena, DE

⑤6 **Entgegenhaltungen:**

DE 32 33 101 C2
DE 1 96 24 040 A1
DE 40 33 588 A1
DE 28 43 257 A1
DE 2 95 03 708 U1

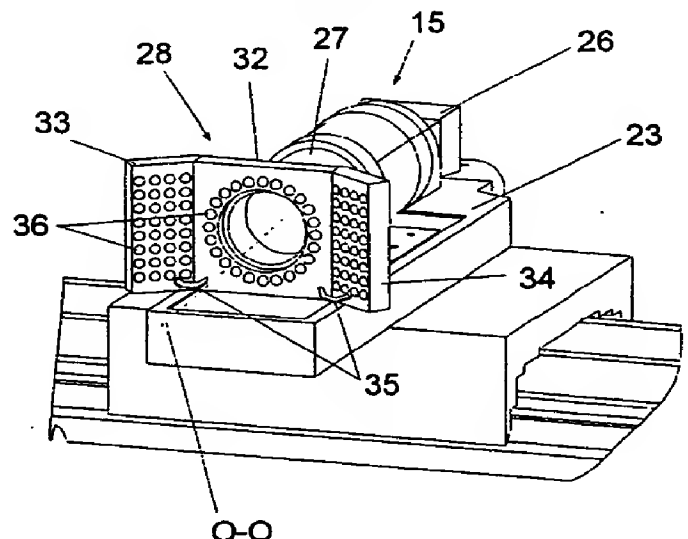
Firmenprospekt: CV Series Automated Wafer
Cassette/Carrier Inspection Systems August Tech-
nology Corp., Juli 1994;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 **Einrichtung und Verfahren zur Vermessung von Objekten an ausgewählten Meßpositionen**

⑤1 Bei einer Einrichtung und einem Verfahren zur Vermessung von Objekten an ausgewählten Meßpositionen besteht die Aufgabe, der Vermessung einen erweiterten Umfang an Meßpositionen mit einem erhöhten Maß an Meßgenauigkeit zugänglich zu machen, besonders auch bei Objekten, die für die Durchstrahlung ungeeignet sind. Zu diesem Zweck sind die Objekte in Objekttypen und die Beleuchtung in Bereiche mit unterschiedlichen Strahlungseigenschaften gegliedert. Jedem Objekttyp wird eine ausgewählte Kombination von Bereichen mit unterschiedlichen Strahlungseigenschaften zugeordnet. Die Einrichtung und das Verfahren dienen insbesondere zur Vermessung von Behältern für Substrate in der Halbleiterindustrie.



DE 197 52 509 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft die Vermessung von Objekten an ausgewählten Meßpositionen durch Verarbeitung von Bildern mit einer vertikal verstellbaren, drehbaren Plattform als Träger für das Objekt einer Kamera und einem Beleuchtungssystem, wobei die Kamera und das Objekt zur Einstellung von Meßpositionen relativ zueinander verstellbar sind.

Bei der Herstellung integrierter Schaltkreise müssen die Substrate, wie z. B. Halbleiterwafer, zwischen unterschiedlichen Bearbeitungsschritten zu einzelnen Bearbeitungsmaschinen transportiert werden. Meistens geschieht dies in Transportbehältern, in denen entweder entnehmbare Kassetten mit Fächern für die Substrate untergebracht sind oder die selbst als Kassetten ausgebildet sind.

Verschleißerscheinungen während des Einsatzes in der Halbleiterproduktion, insbesondere der Verlust an Formstabilität erfordern in bestimmten Zeiträumen eine Überprüfung der Kassetten auf ihre Maßhaltigkeit. Ansonsten würde eine Überschreitung der zulässigen Toleranzen für die Handhabung der Substrate die Be- und Entladeprozesse gefährden. Die Zerstörung der Substrate oder der Ausfall der Bearbeitungsmaschinen kann die Folge sein.

Bei einem bekannt gewordenen Gerät wird eine Kassette auf einer vertikal verstellbaren, drehbaren Plattform gehalten und kann vor mindestens einer CCD-Kamera vorbei bewegt werden. In der Meßposition ist der Kassette auf der zur Kamera gegenüberliegenden Seite eine im Durchlicht arbeitende Lichtquelle zur Ausleuchtung benachbart. Die CCD-Kamera ist in verschiedenen Koordinaten zur Abtastung der Kassette verstellbar, wobei eine Vielzahl von Meßpositionen entlang der Kassette auswählbar ist.

Von Nachteil an der im Schattenwurfverfahren arbeitenden Einrichtung ist deren eingeschränkte Anwendbarkeit, insbesondere was die genannten Kassetten an betrifft, die gleichzeitig Transportbehälter sind. Diese Behälter sind nur von einer Seite offen und deshalb nicht durchstrahlbar. Auch Meßpositionen innerhalb der Kassetten sind aufgrund unzureichender Beleuchtung mit dem bekannten Gerät nicht erreichbar.

Aufgabe der Erfindung ist es, der Vermessung einen erweiterten Umfang an Meßpositionen mit einem erhöhten Maß an Meßgenauigkeit zugänglich zu machen, besonders auch bei Objekten, die für die Durchstrahlung ungeeignet sind.

Gemäß der Erfindung wird die Aufgabe durch eine Einrichtung zur Vermessung von Objekten an ausgewählten Meßpositionen durch Verarbeitung von Bildern gelöst, die eine vertikal verstellbare, drehbare Plattform als Träger für das Objekt eine Kamera und ein Beleuchtungssystem enthält, wobei die Kamera und das Objekt zur Einstellung von Meßpositionen relativ zueinander verstellbar sind. Das Beleuchtungssystem besteht aus Teileinrichtungen, von denen sich mindestens eine Teileinrichtung aus Bereichen mit unterschiedlichen Strahlungseigenschaften zusammensetzt. Kombination der Teileinrichtungen und Bereiche sind dem zu vermessenden Objekt angepaßt.

Von den unterschiedlichen Bereichen einer als Auflichteinrichtung ausgebildeten Teileinrichtung umschließt ein erster Bereich die Kamera in ihrem Frontbereich als Ringstrahler, dem weitere Bereiche als Flächenstrahler benachbart sind.

Die Flächenstrahler weisen Mittel zur Verstellung ihrer Strahlrichtung auf.

Die Strahler sind aus einzelnen strahlenden Elementen unterschiedlicher Wellenlängen zusammengesetzt.

Sollen durchstrahlbare Objekte vermessen werden, ist es von Vorteil, wenn eine weitere Teileinrichtung als Durch-

lichteinrichtung ausgebildet ist.

Die Durchlichteinrichtung kann entweder aus einer, mit einer Streuscheibe versehenen dimmbaren Kaltkathodenröhre oder aus einem dimmbaren Leuchtdiodenband bestehen.

Vorteilhaft ist es, wenn das Leuchtdiodenband aus einzelnen schaltbaren Reihen von strahlenden Elementen besteht.

Gegenstand der Erfindung ist weiterhin ein Verfahren zur Vermessung von Objekten an ausgewählten Meßpositionen durch Verarbeitung von Bildern des beleuchteten Objektes und Zuordnung der Verarbeitungsergebnisse zu einer Maßverkörperung, bei dem die Objekte in Objekttypen eingeteilt werden, die Beleuchtung in Bereiche mit unterschiedlichen Strahlungseigenschaften gegliedert sind, und jedem Objekttyp eine ausgewählte Kombination von Bereichen mit unterschiedlichen Strahlungseigenschaften zugeordnet wird.

Die Zuordnung erfolgt anhand der Bildqualität von Bildern, zu deren Aufnahme unterschiedliche Kombinationen der Bereiche verwendet werden.

Vorteilhafterweise dient zur Bewertung der Bildqualität eine Kontrastanalyse.

Die Bewertung der Bildqualität kann auch anhand des Grades reproduzierbarer Meßergebnisse erfolgen, für dessen Maß die minimale Streubreite der Meßergebnisse verwendet werden kann.

Zur Reduzierung von beleuchtungsbedingten Meßfehlern ist es von Vorteil, wenn die Grauwertumgebung eines Kantenüberganges von durch Bildverarbeitung erfaßten Konturen als Histogramm dargestellt und die Lage der Maxima der Grauwertverteilungen bestimmt werden, und wenn eine in der Bildverarbeitung zur Kontursuche notwendige Schwelle zwischen die Lagen der Maxima gelegt wird.

Die Schwelle kann einen mittleren Grauwert zwischen den Grauwerten der Maxima einnehmen. Es ist auch möglich, unterschiedliche Amplituden der Maxima als Wichtung bei der Festlegung der Schwelle zu berücksichtigen.

Die Erfindung soll nachstehend anhand der schematischen Zeichnung näher erläutert werden. Es zeigen:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Einrichtung, die durch ein Gehäuse verkleidet ist;

Fig. 2 die Einrichtung ohne Verkleidung;

Fig. 3 Bewegungssysteme für das zu vermessende Objekt und die Kamera;

Fig. 4 die Kamera zusammen mit einer Beleuchtungseinrichtung;

Fig. 5 den Aufbau der Einrichtung in einem Blockschaltbild;

Fig. 6 die Lage eines Meßfensters zu einem Kantenübergang für die Schwellenermittlung;

Fig. 7 ein Histogramm für die Verteilung der Grauwerte um einen Kantenübergang;

Fig. 8 ein Kantenbild.

Zur Gewährleistung erforderlicher Reinraumbedingungen enthält die in Fig. 1 dargestellte Einrichtung die der Vermessung dienenden Elemente in einem Gehäuse 1, das aus einem Rahmen 2 und einer Verkleidung 3 besteht. Lediglich ein Bedienblock 4 mit Tastatur 5, Trackball 6 und Monitor 7 liegen außerhalb.

In der oberen Abdeckung 8 ist eine Öffnung 9 eingearbeitet, über die ein zu vermessendes Objekt 10 der Einrichtung zugeführt werden kann. Zur Aufstellung der Einrichtung dienende Füße 12 beinhalten Systeme zur Schwingungsisolierung.

Während der Vermessung ist die Öffnung 9 aus Reinheits- und Sicherheitsgründen mit einer nicht dargestellten Abdeckhaube verschlossen, die einen Eingriff in das mechanische System verhindert.

Innerhalb der Einrichtung sind gemäß den zueinander

leicht modifizierten Darstellungen in Fig. 2 und Fig. 3 zwei Bewegungssysteme 13 und 14 vorgesehen, von denen ein erstes zur vertikalen Verstellung des Objektes 10 und ein zweites zur horizontalen Verstellung eines Meßsystems 15 dienen.

Das erste Bewegungssystem 13 enthält einen z-Antrieb 16, einen mit dem Rahmen 2 über eine Montagekonsole 17 starr verbundenen feststehenden Teil 18 und ein abgewinkeltes, bewegliches Teil 19, das an dem feststehenden Teil 18 geführt ist. Das bewegliche Teil 19 dient als Träger für das Objekt 10, wobei ein Adapter 20 dessen paßgerechte Aufnahme auf einem Drehtisch 21 gewährleistet. Mit dem Drehtisch 21, der auf dem waagerechten Schenkel des beweglichen Teiles 19 befestigt ist, kann das Objekt 10 um eine vertikale Achse Z-Z gedreht werden und ist somit mit allen seinen Seiten dem Meßsystem 15 zugänglich.

Das zweite Bewegungssystem 14 zur horizontalen Verstellung des Meßsystems 15 besteht aus zwei Tischsystemen 22, 23 mit dazugehörigen Antrieben, die eine Verstellung in x- und y-Richtung gewährleisten. Das Tischsystem 22 für die Verstellung in x-Richtung ist auf einem, mit der Montagekonsole 17 verbundenen Tragarm 24 befestigt und nimmt über eine Platte 25 das Tischsystem 23 für die y-Richtung auf. Das Meßsystem 15, dessen optische Achse O-O parallel zur y-Richtung verläuft, besteht aus einer CCD-Matrixkamera 26, einer Optik 27 und einem, aus Teileinrichtungen 28, 37 zusammengesetzten Beleuchtungssystem.

Der Antrieb 16 sowie die Antriebe der Tischsysteme 22 und 23 sind jeweils mit einem Antriebsmotor, einem Wegmeßsystem und einer Antriebsspindel mit dazugehöriger Führung ausgestattet.

Eine Elektronikinheit 29, ein Steuerrechner 30 und ein Lüfter 31 sind ebenfalls innerhalb des Gehäuses untergebracht.

Die in Fig. 4 dargestellte Teileinrichtung 28 ist als Auflichteinrichtung ausgebildet und setzt sich aus Bereichen mit unterschiedlichen Strahlungseigenschaften zusammen.

Die Bereiche sind Strahler, von denen einer die Optik 27 der Kamera 26 in Form eines Ringes 32 umschließt. Flächenstrahler 33, 34, die dem Ring 32 benachbart sind, können in ihrer Neigung zur optischen Achse O-O des Meßsystems 15 durch Stellmittel 35 verändert werden.

Die Teileinrichtung 28 besteht aus einzelnen strahlenden Elementen 36 in Form von Leuchtdioden, die in Gruppen voneinander verschiedener Wellenlängen gegliedert sind. Besonders geeignet für diese Gruppen sind rotes Licht und Infrarotstrahlung.

Im vorliegenden Ausführungsbeispiel sind die Leuchtdioden im Ring 32 in vier Gruppen aufgeteilt, von denen gegenüberliegende Gruppen mit Leuchtdioden gleicher Wellenlänge bestückt sind. Ein Gruppenpaar strahlt mit einer Wellenlänge $\lambda_1 = 654$ nm und das andere mit $\lambda_2 = 626$ nm. Die Strahler 33, 34 besitzen Leuchtdioden, die im Infrarot mit $\lambda_3 = 875$ nm arbeiten.

Selbstverständlich ist es auch möglich, andere Strahlungsquellen mit anderen Strahlungseigenschaften einzusetzen oder andere Strahlungsquellenkombinationen zu verwenden.

Die Teileinrichtung 37 des Beleuchtungssystems ist als Durchlichteinrichtung ausgebildet, die dem Objekt 10 auf der entgegengesetzten Seite wie das Meßsystem 15 benachbart ist. Die Durchlichteinrichtung besteht entweder aus einer dinubaren Kaltkathodenröhre 38 oder aus einem dimmbaren Leuchtdiodenband 39, die an der Gehäusewand so befestigt sind, daß alle Meßpositionen in einer horizontalen Ebene, in der die optische Achse O-O liegt, gleichmäßig ausgeleuchtet werden.

Die Kaltkathodenröhre 38 ist zum Zwecke einer gleichmä-

ßigen Ausleuchtung mit einer Streuscheibe 40 versehen, die zur Wellenlängenselektion rot eingefärbt ist.

Im Leuchtdiodenband 39 sind Leuchtdioden unterschiedlicher Wellenlängen in Reihen und Spalten angeordnet, wobei jede Spalte des Leuchtdiodenbandes 39 über eine getrennte Ansteuerung zur wahlweisen Zu- und Abschaltung verfügt.

Durch Formen, Farben und Zugänglichkeit der zu vermessenden Objekte aber auch durch veränderte geräteechnische Eigenschaften ist die Abbildungsqualität besonders im Auflicht material-, geometrie- und wellenlängenabhängig. Zur Erzielung eines hohen Grades der Vermessungsgenauigkeit werden die Objekte 10 in Objekttypen eingeteilt, für die eine Beleuchtung durch unterschiedliche Kombinationen der Teileinrichtungen 28, 37 und der Bereiche vorgesehen ist.

Die Ermittlung der geeigneten Zuordnungen erfolgt z. B. durch Anlernen, indem die Bildqualität einer Folge von Bildern bestimmten Bewertungskriterien unterzogen wird. Zur Aufnahme der Bilder werden unterschiedliche Kombinationen der Teileinrichtungen 28, 37 und der Bereiche benutzt, wie z. B. Durchlichtbeleuchtung und/oder Auflichtbeleuchtung, Auflichtbeleuchtung Ring 32 und/oder seitliche Flächenstrahler 33, 34, Flächenstrahler 33 und/oder 34. Wellenlängen rotes Licht und/oder IR-Strahlung. Dabei ist jede dieser Kombinationen zusätzlich in der Intensität steuerbar.

Bei der Blockdarstellung der erfindungsgemäßen Einrichtung gemäß Fig. 5 gehen von einer Programmsteuereinheit 41, zu deren Bedienung der Bedienblock 4 vorgesehen ist, Ausgangsverbindungen aus, die diese mit der Kamera 26, einem Framegrabber 42, einer Anzeige 43, einer Statistik-einheit 44 und mit einer Beleuchtungssteuereinheit 45 koppeln. Ein- und ausgangsseitig ist die Programmsteuereinheit 41 mit einer Bildverarbeitungs- und -analyseeinheit 46 und mit einer Achssteuerung 47 für Achsantriebe 48 verbunden, in die Signale von Wegmeßsystemen 49 einlaufen. Die Achsantriebe 48 unterteilen sich in die Antriebe für die Tischsysteme 22, 23 in x- und y-Richtung, den z-Antrieb 16 sowie einen Antrieb 50 für den Drehtisch 21. Die Wegmeßsysteme 49 entsprechen in ihrer Anzahl den Antrieben und sind diesen zugeordnet.

Vom Framegrabber 42, der an die Kamera 26 angeschlossen ist, besteht außerdem eine Kopplung zu der Bildverarbeitungs- und -analyseeinheit 46.

Die Beleuchtungssteuereinheit 45 ist mit den Bereichen 32, 33, 34 der Auflichteinrichtung sowie den Bereichen 38 oder 39 der Durchlichteinrichtung verbunden.

Anschlüsse von Stromversorgungseinheiten 51, 52 sowie eines Einschalters 53 und eines Notastfers 54 sind der Übersicht halber nicht dargestellt.

Die Programmsteuereinheit 41, in der Abläufe der Vermessungen des Objektes 10 und zu den Objekttypen durch Anlernen zugeordnete Kombinationen der Bereiche 32, 33 und 34 sowie 38 oder 39 nach unterschiedlichen Strahlungseigenschaften als Datensätze abgelegt sind, übergibt einen Steuerbefehl, bestehend aus Entfernung- und Geschwindigkeitsangaben an die Achssteuerung 47. Die Achsantriebe 48 werden, unterstützt durch die Wegmeßsysteme 49, geregelt in die jeweilige Meßposition gefahren.

Bei Erreichen der programmierten Position initiiert ein an die Programmsteuereinheit 41 übergebenes Synchronsignal der Achssteuerung 47 einen Ausleseimpuls. Mit der dem Objekttyp zugeordneten Kombinationen der Bereiche der Beleuchtungseinrichtung 28, einschließlich Wellenlängen- und Intensitätseinstellung, wird ein durch die CCD-Kamera 26 aufgenommenes Bild über den Framegrabber 42 der Bildverarbeitungs- und -analyseeinheit 46 zur Verfügung gestellt. Die Programmsteuereinheit 41 und die Beleuch-

tungssteuerungseinheit 45 übernehmen die Einstellung des Beleuchtungssystems.

Die Bildverarbeitungs- und -analyseeinheit 46 liefert Koordinaten gemessener Konturen und Formelemente (Kreise, Geraden, Ecken), die zu den Koordinatensystemen der Bewegungssysteme 13, 14 in fester Beziehung stehen.

Für Kreismessungen werden rechteckige, achsparallele Meßfenster verwendet, wobei zwischen einer Konturanta-
stung von innen bzw. von außen zu unterscheiden ist. Diese Unterscheidung ist insbesondere dann von Bedeutung, wenn um die Kreiskontur Störungen durch Lichtreflexe oder
Lichtleitung in transparenten Objektmaterialien auftreten.

Zur Messung einer geraden Kontur ist ebenfalls eine An-
tastung in einem rechteckigen, achsparallelen Meßfenster möglich. Es kann aber auch eine Startpunktsuche auf einer
beliebig orientierten Meßlinie mit Vorgabe der Ordnungs-
nummer des Kantenübergangs erfolgen, wobei das rechteckige
Meßfenster entsprechend gedreht ist. Im Ergebnis ent-
steht eine Regressionsgerade über alle gefundenen Kontur-
punkte.

Für Eckenmessungen werden bei Verwendung eines
rechteckigen, achsparallelen Meßfensters aus der ermittel-
ten Kontur Regressionsgeraden von zwei geraden Kontur-
stücken berechnet, deren Schnittpunkt den gesuchten Meß-
punkt bildet.

Komplexere Konturen können ebenfalls mit rechtecki-
gen, achsparallelen Meßfenstern bearbeitet werden, wobei
die Auswertung der Kontur angepaßt zu erfolgen hat.

Die ermittelten Koordinaten werden gemeinsam mit den
Ortskoordinaten der Bewegungssysteme 13, 14 an die Stati-
stikeinheit 44 zur Ermittlung der Abweichungen vom Soll-
wert übergeben. Die Abweichungen können zur Anzeige ge-
bracht sowie zur Trendverfolgung gespeichert werden.

Interessierende geometrische Abmessungen des Objektes
10 können nunmehr aus den ermittelten Daten rechnerisch
bestimmt werden.

Die optimale Einstellung des Beleuchtungssystems in
Form der Zuordnung unterschiedlicher Kombinationen der
Bereiche 32, 33 und 34 sowie 38 oder 39 einschließlich der
Wellenlänge und Intensität zu unterschiedlichen Objektty-
pen wird bei jeder Bildaufnahme dadurch geprüft, daß in der
Bildverarbeitungs- und -analyseeinheit 46 für das aufge-
nommene Bild ein Kontrastvergleich mit einem Sollbild
durchgeführt wird.

Die Sollbilder resultieren aus der Anlernphase, die dem
eigentlichen Meßvorgang vorgelagert ist. Für jeden interes-
sierenden Meßpunkt am Objekt des jeweiligen Objekttyps
wird über die Programmsteuereinheit 41 und die Beleuch-
tungssteuereinheit 45 ein Beleuchtungsprogramm gestartet,
mit dessen Hilfe die verschiedenen Beleuchtungskombina-
tionen durchgetestet werden. Die Bildauswahl kann über
den Monitor 7 durch direkte Bewertung der Bildqualität
nach Kontrast und Helligkeit oder durch Bewertung mit
Hilfe einer Kontrastverarbeitungsfunktion erfolgen. Die
zum ausgewählten Bild gehörenden Beleuchtungsparameter
werden in die Programmsteuereinheit 41 zur Verwendung
für die Vermessung übernommen.

Eine Bewertung der Einstellung des Beleuchtungssys-
tems kann auch dadurch erfolgen, daß nach einer Erfassung
der Konturen in unterschiedlichen Bildern verschiedener
Beleuchtungseinstellungen die minimale Streubreite der
Abweichungen der Meßergebnisse bestimmt wird.

Auch weitere, dem Fachmann geläufige Kriterien sind an-
wendbar.

Werden bei der Überprüfung der Beleuchtungseinstellung
größeren Abweichungen gegenüber dem Sollwert ermittelt,
wird die Einstellung des Beleuchtungssystems über die Pro-
grammsteuereinheit 41 und die Beleuchtungssteuereinheit

45 bis zur Übereinstimmung der Ist- und Sollwerte des Kon-
trastes korrigiert.

Bei geringeren Abweichungen gegenüber dem Sollwert
wird die bei der Bildverarbeitung zur Konturerfassung mit
einem Meßfenster verwendete und bereits an einem Gulob-
jekt in gleicher Weise angelemte Schwelle angepaßt.

Gemäß Fig. 6 bis 8 wird ein Meßfenster 55 auf einen
durch Grauwertdifferenzen bestimmten Hell-Dunkel-Über-
gang 56 gelegt. Innerhalb des Meßfensters wird anschlie-
ßend die Grauwertverteilung um den Übergang in einem Hi-
stogramm dargestellt und die Lage der Maxima 57, 58 be-
stimmt. Vorteilhafterweise wird eine Schwelle 59 zur Kon-
tursuche auf einen mittleren Wert m zwischen die Grauwerte
der Maxima 57, 58 gelegt. Selbstverständlich können bei
der Schwellenfestlegung auch weitere Bedingungen berück-
sichtigt werden, wie z. B. unterschiedliche Amplituden der
Maxima 57, 58 durch Wichtung. Mit Hilfe der Schwelle 59
läßt sich nun die Kantenlage k im Kantenbild bestimmen.

Mit einer derartigen Verfahrensweise können Änderungen
der Beleuchtungsverhältnisse auf Grund von Reflexen oder
Fremdlichteinfall kompensiert und beleuchtungsbedingte
Meßfehler reduziert werden.

Patentansprüche

1. Einrichtung zur Vermessung von Objekten an aus-
gewählten Meßpositionen durch Verarbeitung von Bil-
dern mit einer vertikal verstellbaren, drehbaren Platt-
form als Träger für das Objekt einer Kamera und einem
Beleuchtungssystem, wobei die Kamera und das Ob-
jekt zur Einstellung von Meßpositionen relativ zuein-
ander verstellbar sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß
das Beleuchtungssystem aus Teileinrichtungen besteht,
von denen sich mindestens eine Teileinrichtung aus
Bereichen mit unterschiedlichen Strahlungseigen-
schaften zusammensetzt, und daß Kombination der
Teileinrichtungen und Bereiche dem zu vermessenden
Objekt angepaßt sind.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekenn-
zeichnet**, daß von den unterschiedlichen Bereichen ei-
ner als Auflichteinrichtung ausgebildeten Teileinrich-
tung ein erster Bereich die Kamera in ihrem Frontbe-
reich als Ringstrahler umschließt dem weitere Bereiche
als Flächenstrahler benachbart sind.
3. Einrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekenn-
zeichnet**, daß die Flächenstrahler Mittel zur Verstellung
ihrer Strahlrichtung aufweisen.
4. Einrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekenn-
zeichnet**, daß die Strahler aus einzelnen strahlenden
Elementen unterschiedlicher Wellenlängen zusammen-
gesetzt sind.
5. Einrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekenn-
zeichnet**, daß eine weitere Teileinrichtung als Durch-
lichteinrichtung ausgebildet ist.
6. Einrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekenn-
zeichnet**, daß die Durchlichteinrichtung aus einer
dimmbaren Kaltkathodenröhre besteht, die mit einer
Streuscheibe versehen ist.
7. Einrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekenn-
zeichnet**, daß die Durchlichteinrichtung aus einem
dimmbaren Leuchtdiodenband besteht.
8. Einrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekenn-
zeichnet**, daß das Leuchtdiodenband aus einzeln schalt-
baren Reihen von strahlenden Elementen besteht.
9. Verfahren zur Vermessung von Objekten an aus-
gewählten Meßpositionen durch Verarbeitung von Bil-
dern des beleuchteten Objektes und Zuordnung der
Verarbeitungsergebnisse zu einer Maßverkörperung,

dadurch gekennzeichnet, daß die Objekte in Objekttypen eingeteilt werden, die Beleuchtung in Bereiche mit unterschiedlichen Strahlungseigenschaften gegliedert sind, und daß jedem Objekttyp eine ausgewählte Kombination von Bereichen mit unterschiedlichen Strahlungseigenschaften zugeordnet wird. 5

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Zuordnung anhand der Bildqualität von Bildern erfolgt, zu deren Aufnahme unterschiedliche Kombinationen der Bereiche verwendet werden. 10

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bewertung der Bildqualität eine Kontrastanalyse dient.

12. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Bewertung der Bildqualität anhand des Grades reproduzierbarer Meßergebnisse erfolgt. 15

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß als Maß für die Reproduzierbarkeit der Meßergebnisse eine minimale Streubreite der Meßergebnisse verwendet wird. 20

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß zur Reduzierung von beleuchtungsbedingten Meßfehlern die Grauwertumgebung eines Kantenüberganges von durch Bildverarbeitung erfaßten Konturen als Histogramm dargestellt und die Lage der Maxima der Grauwertverteilungen bestimmt werden, und daß eine in der Bildverarbeitung zur Kontursuche notwendige Schwelle zwischen die Maxima gelegt wird. 25

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Schwelle einen mittleren Grauwert zwischen den Grauwerten der Maxima einnimmt. 30

16. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß unterschiedliche Amplituden der Maxima als Wichtung bei der Festlegung der Schwelle berücksichtigt werden. 35

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

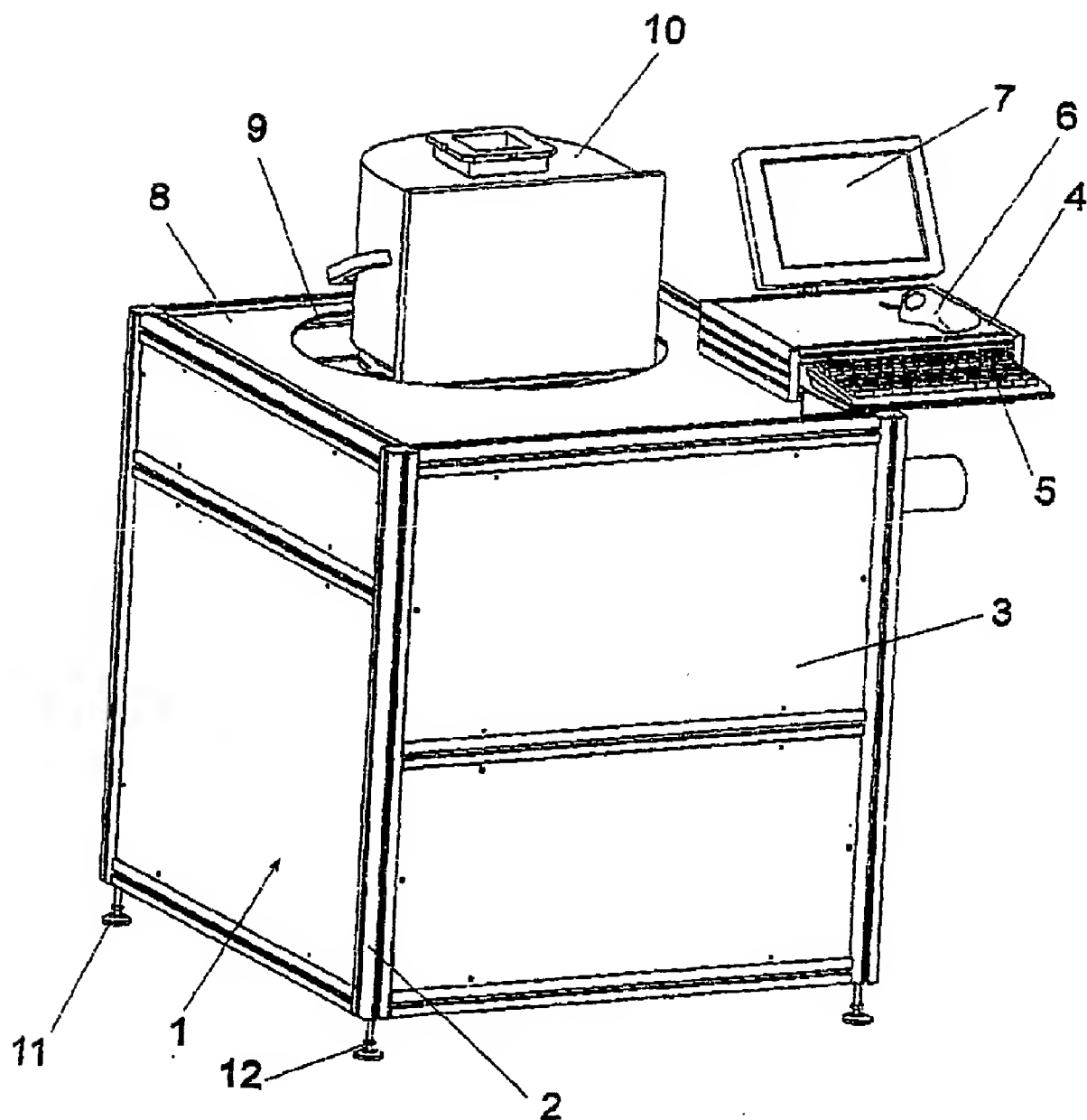


Fig. 1

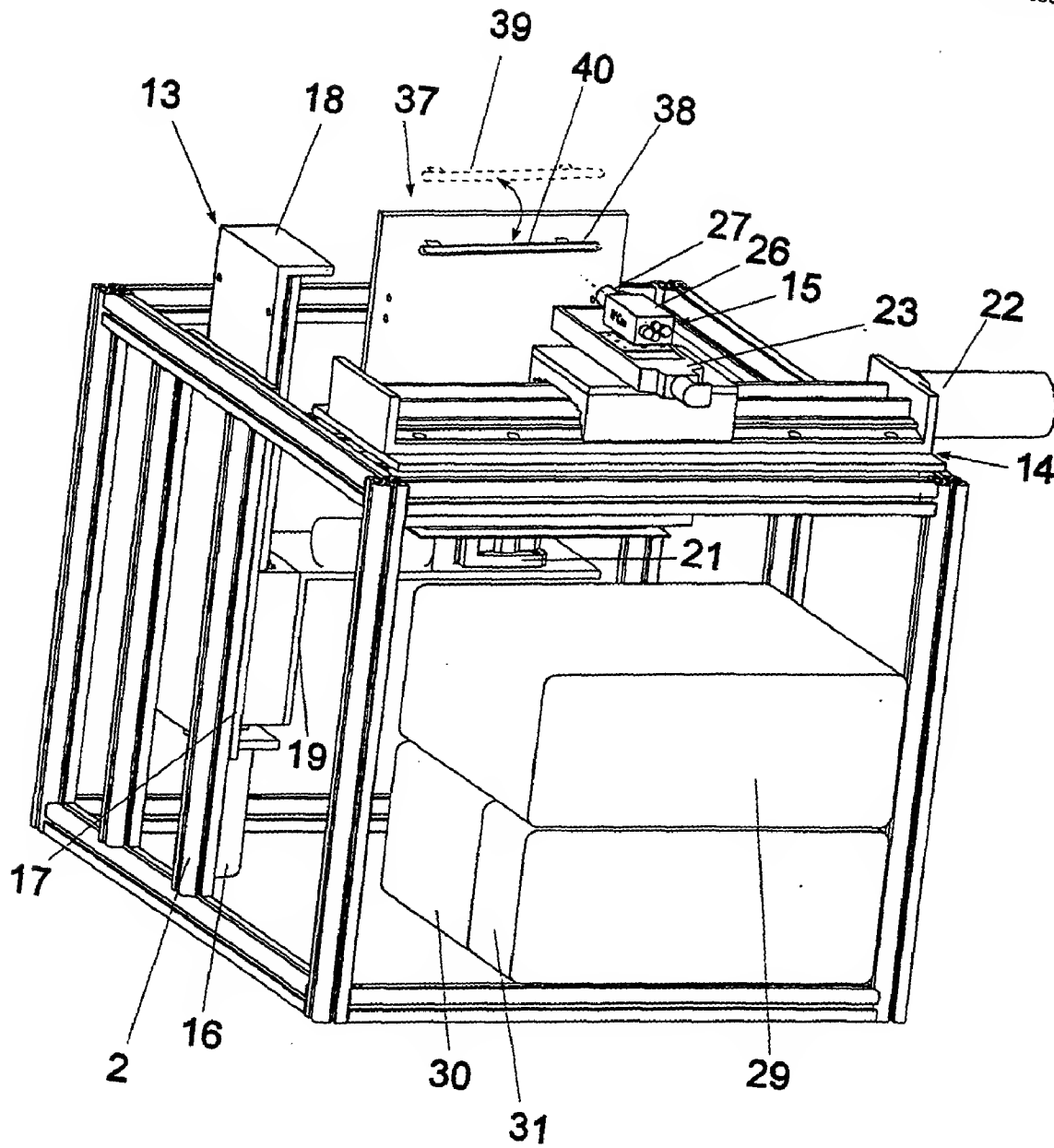


Fig. 2

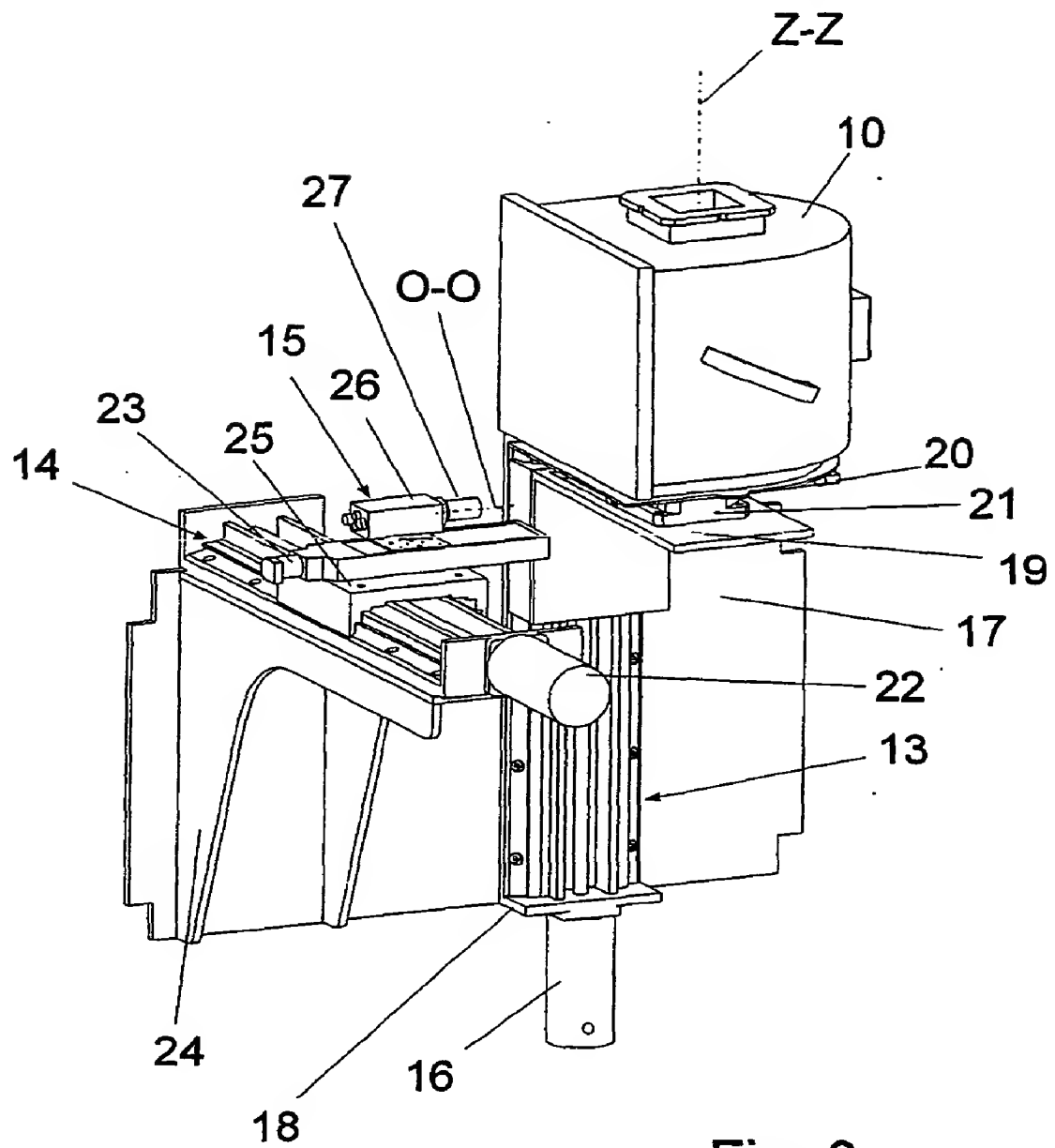


Fig. 3

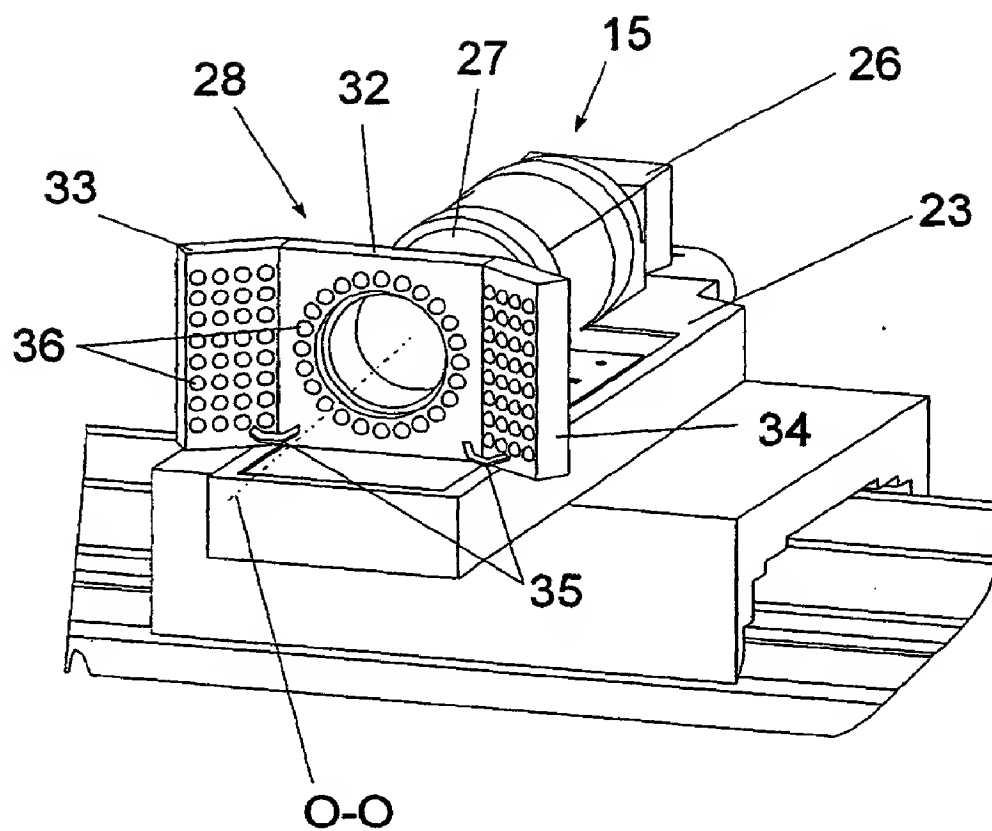


Fig. 4

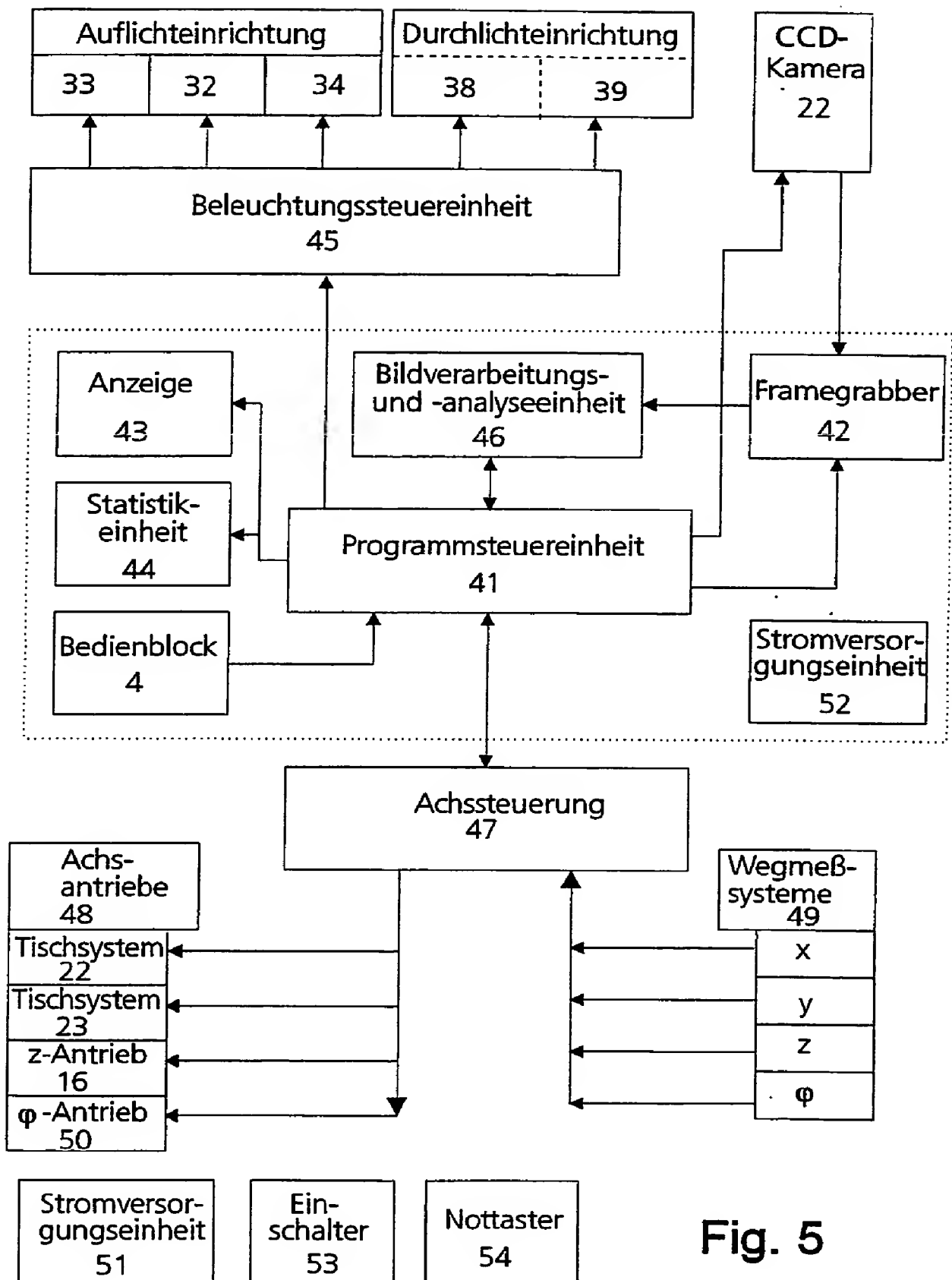


Fig. 5

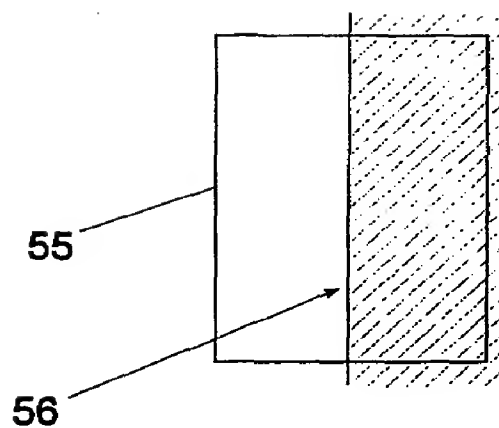


Fig. 6

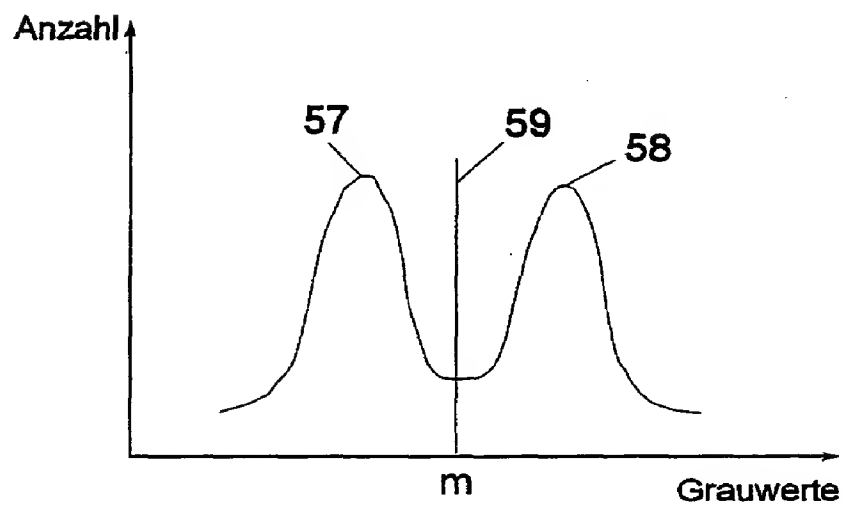


Fig. 7

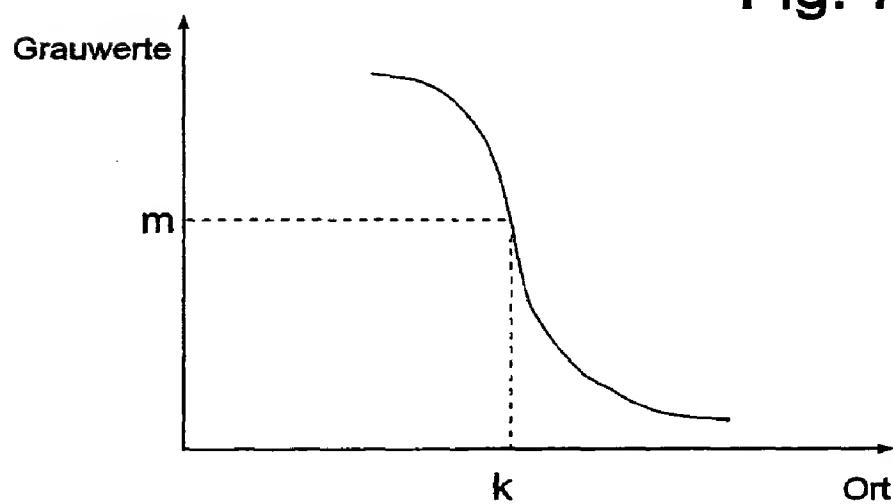


Fig. 8